

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-243870  
(43)Date of publication of application : 19.09.1995

---

(51)Int.Cl. G01D 5/38  
G01B 11/26  
G01D 5/34

---

(21)Application number : 06-037413 (71)Applicant : RICOH CO LTD  
(22)Date of filing : 08.03.1994 (72)Inventor : KUDO KOICHI

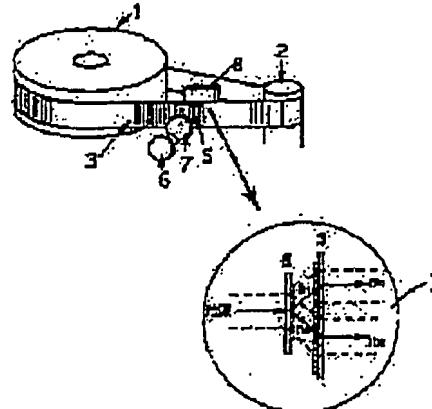
---

(54) ROTARY ENCODER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a rotary encoder capable of effecting a similar detection to a linear encoder falsely by partially setting rotary motion to linear motion.

CONSTITUTION: The rotary angle of an object to be measured is detected by rotating a rotary drum 1 along with the rotation of the object to be measured, wrapping a flexible belt-shaped scale 3 between the rotary drum 1 and a rotary shaft 2 which rotates freely so that a linearly-traveling part can be created, and detecting the travel of the belt-shaped scale 3 due to the rotation of the rotary drum 1, where the belt-shaped scale 3 is a transmission-type diffraction grid and a light source, 6, a lens 7, and a detector 8 are laid out oppositely in reference to the belt-shaped scale 3. Also, a diffraction grid 5 for fixing is laid out at the belt-shaped scale 3 to diffract collimate light entering the diffraction grid 5 for fixing.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3210164

[Date of registration] 13.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 13.07.2006

## \* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The rotary encoder characterized by to consist of a belt-like scale with the flexibility twisted so that it might have a straight-line migration part between the rotating drum which rotates with rotation of a non-measuring object, the revolving shaft which has been arranged at abbreviation parallel at the rotating-drum shaft concerned, and which rotates freely, and said rotating drum and said revolving shaft, and a detection means detect that said belt-like scale moves by rotation of said rotating drum.

[Claim 2] The rotary encoder according to claim 1 characterized by using for detection of angle of rotation of a non-measuring object said interference fringe which have the belt-like diffraction grating, the light source, and the diffraction grating for immobilization as a belt-like scale, and the two or more diffracted lights which generated the light from said light source by making said diffraction grating for immobilization and said belt-like diffraction grating experience are made to interfere, generates an interference fringe, and moves according to rotation of a rotating drum.

[Claim 3] The rotary encoder according to claim 1 characterized by using for detection of angle of rotation of a non-measuring object said interference fringe which have a belt-like diffraction grating as a belt-like scale, and the light source, and the two or more diffracted lights which generated the light from said light source by carrying out multiple-times passage of said belt-like diffraction grating are made to interfere, generates an interference fringe, and moves according to rotation of a rotating drum.

[Claim 4] the diffraction-grating top created on a flat surface in the manufacture approach of a belt-like diffraction grating -- \*\* -- the manufacture approach of the belt-like diffraction grating characterized by to consist of a certain process which is and applies ultraviolet-rays hardening resin, the process which stiffens the resin concerned, a process which exfoliates the hardened resin, and a process which pastes up the both ends of exfoliative resin and make into the shape of a belt.

[Claim 5] The rotary encoder according to claim 1 characterized by detecting angle of rotation of a non-measuring object by detecting that have a belt-like MAG scale and the magnetic head and said belt-like MAG scale moves according to rotation of a rotating drum by said magnetic head.

[Claim 6] The rotary encoder according to claim 1 characterized by having a belt-like slit and the light source, detecting by the electric eye that the light from said light source is shaded when said belt-like slit moves, and using the detection result concerned for detection of angle of rotation of a non-measuring object.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Industrial Application]** Especially this invention relates to the rotary encoder which measures angle of rotation etc. with high precision about a rotary encoder.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** As for the conventional rotary encoder, a part for the principal part is constituted by the light source, the disk scale, the index scale, the photo detector, etc., and the light from the light source is irradiated by the disk scale. The light irradiated when the slit of a radial was formed in the disk scale and there were an index scale and opening is detected by the photo detector. If a disk scale rotates, whenever one pitch of slits in a disk scale will move, the sinusoidal signal of one period is acquired from a photo detector. Resolution will be decided by the rotary encoder of this method with the grid pitch of a disk scale. Moreover, generally, the radial grating of a disk scale is difficult to produce, and there is a limitation also in precision and resolution.

**[0003]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** The disk scale grid which detects an angle of rotation is a fanning configuration, since production is difficult, as compared with the linear encoder of this method, such a rotary encoder is unstable and high precision measurement is difficult for it. This invention aims at offering the rotary encoder which makes rotation rectilinear motion partially and carries out the same detection as a linear encoder in false.

**[0004]**

**[Means for Solving the Problem]** It twists so that the part which carries out straight-line migration of the belt-like scale which has flexibility in invention of claim 1 between the rotating drum which rotates with rotation of a non-measuring object, and the revolving shaft which rotates freely may be made, and it has a means to detect that this belt-like scale moves by rotation of this rotating drum, and decided to detect angle of rotation of a non-measuring object.

**[0005]** In invention of claim 2, have the belt-like diffraction grating, the light source, and the diffraction grating for immobilization as a belt-like scale, the two or more diffracted lights which generated the light from this light source by making this diffraction grating for immobilization and this belt-like diffraction grating experience were made to interfere, and it carried out that the produced interference fringe moved according to rotation of a rotating drum to using for detection of angle of rotation of a non-measuring object.

**[0006]** In invention of claim 3, have a belt-like diffraction grating as a belt-like scale, and the light source, the two or more diffracted lights which generated the light from this light source by carrying out multiple-times passage of this belt-like diffraction grating were made to interfere, and it carried out that the produced interference fringe moved according to rotation of a rotating drum to using for detection of angle of rotation of a non-measuring object.

**[0007]**

**[Claim 4]** the diffraction-grating top created on the flat surface in the manufacture approach of a belt-

like diffraction grating in invention of claim 4 -- \*\* -- it was and decided to consist of a certain process which applies and stiffens ultraviolet-rays hardening resin, and a process which pastes up the both ends of this resin that carried out hardening exfoliation, and is made into the shape of a belt.

[0008]

[Claim 5] In invention of claim 5, it has a belt-like MAG scale and the magnetic head, and decided to detect angle of rotation of a non-measuring object by detecting by the magnetic head that this belt-like MAG scale moves according to rotation of a rotating drum.

[0009]

[Claim 6] In invention of claim 6, it decided to have a belt-like slit and the light source, and for the light from this light source to detect being shaded when this belt-like slit moves by the electric eye, and to use for detection of angle of rotation of a non-measuring object.

[0010]

[Function] Between the rotating drum which rotates with rotation of a non-measuring object according to invention according to claim 1, and the revolving shaft which rotates freely, it twists so that the part which carries out straight-line migration of the supple belt-like scale may be made, and a belt-like scale moves by rotation of a rotating drum, and angle of rotation of a non-measuring object is detected by detecting it.

[0011] According to invention according to claim 2, it has the belt-like diffraction grating, the light source, and the diffraction grating for immobilization as a belt-like scale, and the two or more diffracted lights which generated the light from the light source by making the diffraction grating for immobilization and a belt-like diffraction grating experience are made to interfere, an interference fringe is made, and angle of rotation of a non-measuring object is detected using the interference fringe which moves according to rotation of a rotating drum.

[0012] According to invention according to claim 3, it has a belt-like diffraction grating as a belt-like scale, and the light source, and the two or more diffracted lights which generated the light from the light source by carrying out multiple-times passage of the belt-like diffraction grating are made to interfere, an interference fringe is made, and angle of rotation of a non-measuring object is detected using the interference fringe which moves according to rotation of a rotating drum.

[0013] the diffraction-grating top which was created on the flat surface in the manufacture approach of a belt-like diffraction grating according to invention according to claim 4 -- \*\* -- a belt-like diffraction grating is manufactured according to a certain process which is and applies ultraviolet-rays hardening resin, the process which stiffens resin, the process which exfoliates hardening resin, and the process which pastes up the both ends of exfoliative resin and is made into the shape of a belt.

[0014] According to invention according to claim 5, it has a belt-like MAG scale and the magnetic head, it detects by the magnetic head that a belt-like MAG scale moves according to rotation of a rotating drum, and angle of rotation of a non-measuring object is detected.

[0015] According to invention according to claim 6, it has a belt-like slit and the light source, and detects by the electric eye that the light from the light source is shaded when a belt-like slit moves, and angle of rotation of a non-measuring object is detected using it.

[0016]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained. This invention makes rotation rectilinear motion partially, and can be made to perform the detection same in false as a linear encoder. Invention according to claim 1 is explained based on the example of drawing 1. First, the migration device of a belt-like scale is explained. The belt-like scale 3 chips, and is passed to the rotating drum 1 and the revolving shaft 2, and the belt-like scale 3 moves by rotation of a rotating drum 1. With the device under test which is going to measure an angle of rotation, it links directly or interlocks and a rotating drum 1 is rotated. A revolving shaft 2 adjusts the tension of the belt-like scale 3 and a rotating drum 1, and makes a detection section 4 the shape of a straight line. In addition, a slipping shaft is sufficient as a revolving shaft. The belt-like scale 3 is a supple ingredient, and an ingredient strong against tensile strength is used for it. Moreover, the belt-like scale 3 is made into the quality of the material which does not have a rotating drum 1 and slipping, or structure. If a rotating drum 1 rotates

with rotation of a non-measuring object, it will take to it and the belt-like scale 3 will move. By detecting the movement magnitude of this belt-like scale 3, angle of rotation is detectable.

[0017] Thus, in invention according to claim 1, a rotating drum 1 rotates with rotation of a non-measuring object, it detects that twist so that the part which carries out straight-line migration of the supple belt-like scale may be made, and the belt-like scale 3 moves by rotation of this rotating drum 1 between a rotating drum 1 and the revolving shaft 2 which rotates freely, and angle of rotation of a non-measuring object is detected. Detection precision is decided by the roundness of a rotating drum 1, and scale precision of the belt-like scale 3. Although a detection means is not illustrated especially by drawing 1, in invention according to claim 1, little detection with error is [ that what is necessary is just to use the detection means of a certain linear encoder from the former therefore ] possible for it.

Moreover, as compared with a disk scale, it is [ that what is necessary is just few ] advantageous [ the belt-like scale 3 / the pitch unevenness of a scale ] in respect of precision on production.

[0018] Invention according to claim 2 is explained based on the example of drawing 2. Let the belt-like scale 3 be a transmission grating in this invention. although the belt-like scale 3 is made into the transmission grating in this example, it is good also as a reflective mold diffraction grating, and if a surrounding configuration is changed into the configuration suitable for a reflective mold, it will come out not to mention the ability to detect now like a transparency mold. Here, in order to simplify explanation, let the pitch of the diffraction grating 5 for immobilization, and a belt-like diffraction grating be the same thing. The light source 6, a lens 7, and a detector 8 carry out the belt-like scale 3 in between, and are arranged in opposite. The diffraction grating 5 for immobilization is arranged by the belt-like scale 3, and the collimation light which carries out incidence to the diffraction grating 5 for immobilization is diffracted.

[0019] Next, the developmental mechanics of an interference fringe is explained. The laser light emitted from the light source 6 turns into collimation light through a lens 7, and carries out incidence to the diffraction grating 5 for immobilization. The collimation light which carried out incidence to said diffraction grating 5 for immobilization generates the diffracted light (n1 order and n2 order) at least. Carrying out incidence of these diffracted lights to the straight-line part of a belt-like diffraction grating, n primary diffracted light generates m primary diffracted light, and n secondary diffracted light generates m secondary diffracted light. An interference fringe is generated by making these two diffracted lights interfere. That is, it is the 5nprimary diffraction-grating diffracted light for immobilization, is m primary diffracted light of a belt-like diffraction grating, and the 5nsecondary diffraction-grating diffracted light for immobilization, and m secondary diffracted light of a belt-like diffraction grating is made to interfere.

[0020] What is necessary is just to perform generating of an interference fringe as follows. For example, if the grid pitch of the diffraction grating 5 for immobilization and a belt-like diffraction grating is changed slightly, an angle of diffraction is changed and the diffracted lights are made to interfere, an interference fringe can be generated easily. In addition, as long as the method of generating an interference fringe fulfills the meaning of not only this approach but this invention, they may be other interference fringe generating approaches. I of drawing 2 is a partial enlarged drawing showing the developmental mechanics of an interference fringe. Since an interference fringe moves, it can detect an angle of rotation by detecting this, as the migration 1 of a belt-like diffraction grating, i.e., a rotating drum, rotates. Although detection of an interference fringe is possible also by receiving light by the electric eye smaller than the pitch of an interference fringe, as long as it fulfills the meaning of this invention, you may be other detection approaches.

[0021] Although the example of drawing 2 explained what made the belt-like diffraction grating and the diffraction grating for immobilization transparency mold structure, as shown in drawing 3 and drawing 4, the thing of reflective mold structure may be used. When drawing 3 uses a belt-like diffraction grating as a reflective mold, drawing 4 shows the case where the diffraction grating for immobilization is used as a reflective mold, respectively. In drawing 3, sequentially from the light source 6, it is arranged with the lens 7, the beam splitter 9, and the diffraction grating 5 for immobilization (transparency mold), and the light which passed the diffraction grating 5 for immobilization

(transparency mold) is irradiated by the reflective mold belt-like diffraction grating. Moreover, a detector 8 detects the interference fringe reflected by the beam splitter 9. in the example of drawing 3 , the light diffracted by the diffraction grating 5 for immobilization (transparency mold) and the light diffracted by the reflective mold belt-like diffraction grating interfere, and the produced interference fringe moves according to rotation of a rotating drum -- thing detection is carried out and angle of rotation of a non-measuring object is detected.

[0022] In drawing 4 , a detector 8 detects the interference fringe which is arranged with the lens 7, the beam splitter 9, the transparency mold belt-like diffraction grating, and the diffraction grating for reflective mold immobilization, and was reflected by the beam splitter 9 sequentially from the light source 6. In the example of drawing 4 , the light diffracted by the transparency mold belt-like diffraction grating and the light diffracted by the diffraction grating for reflective mold immobilization interfere, and the produced interference fringe moves and carries out thing detection according to rotation of a rotating drum, and detects angle of rotation of a non-measuring object.

[0023] Invention according to claim 3 is explained based on the example of drawing 5 . The main point of invention according to claim 3 is not using the diffraction grating for immobilization unlike invention according to claim 2 etc. Through a lens 7, the light emitted from the light source 6 experiences the belt-like diffraction grating 12 twice, and carries out outgoing radiation. In invention of this claim 3 publication, it is using other parts of a belt-like diffraction grating as a diffraction grating instead of the diffraction grating for immobilization. Generating of an interference fringe is n primary diffracted light of a belt-like diffraction-grating A part, is m primary diffracted light of a belt-like diffraction-grating B part, and n secondary diffracted light of a belt-like diffraction-grating A part, and m secondary diffracted light of a belt-like diffraction-grating B part is made to interfere in it like the example of drawing 2 . M of drawing 5 is the partial enlarged drawing showing the situation of this interference. The interference fringe generated at this time changes by twice [ when using the diffraction grating for immobilization ] as many sensibility as this, in order to use the light which experiences the belt-like diffraction grating which moves to an opposite direction mutually. That is, twice as many resolution as this can be obtained.

[0024] Next, invention according to claim 4 is explained based on the example of drawing 6 . Drawing 6 shows the production process of the manufacture approach of a belt-like diffraction grating, and consists of a resin spreading process, a resin hardening process, a resin exfoliation process, and each process of a belt chemically-modified degree. First, the diffraction grating produced on the flat surface is prepared. For example, this diffraction grating is having relief mold (it is irregular) structure. Heat-curing resin or ultraviolet-rays hardening resin is applied to this diffraction grating (2P resin etc.). After hardening at this time, the thickness of resin is adjusted so that it may have flexibility and tensile strength with it. Moreover, there is also a method of pasting up a wire, the metal version, etc. on coincidence. Resin is exfoliated after hardening of resin. It is made the die length of a request of exfoliative resin, and both ends are pasted up in the shape of a belt. It is as follows when the above process is summarized. the diffraction-grating top created on the flat surface -- \*\* -- it becomes a certain process which is and applies ultraviolet-rays hardening resin, the process which stiffens resin, the process which exfoliates hardening resin, and the process which pastes up the both ends of exfoliative resin and is made into the shape of a belt. Since the diffraction grating produced on the flat surface is used for this approach, it can produce a high resolution diffraction grating with a fine pitch. Moreover, the belt-like diffraction grating of neither the die length of the periphery of a diffraction grating nor the number of grids in 1 round may be strict, and is easy to produce.

[0025] Invention according to claim 5 is explained based on the example of drawing 7 . The primary difference of invention and invention according to claim 1 according to claim 5 is a point which is using the belt-like scale as the belt-like MAG scale 14 in invention according to claim 5. Corresponding to having considered as the belt-like MAG scale, the detection means is also the magnetic head 15. Also in this invention, like invention according to claim 1, it has twisted between the rotating drum 1 which rotates with rotation of a non-measuring object, and the revolving shaft 2 which rotates freely the belt-like MAG scale which is supple to the revolving shaft 2 which rotates freely with a rotating drum 1 so

that it may have a straight-line migration part. And angle of rotation of a non-measuring object is detected by detecting migration of the belt-like MAG scale 15 by the magnetic head.

[0026] Invention according to claim 6 is explained based on drawing 8. The primary difference of invention and invention according to claim 1 according to claim 6 is a point which is using the belt-like scale as the belt-like slit 16 in invention according to claim 6. Also in this invention, like invention according to claim 1, it has twisted between the rotating drum 1 which rotates with rotation of a non-measuring object, and the revolving shaft 2 which rotates freely the belt-like slit which is supple to the revolving shaft 2 which rotates freely with a rotating drum 1 so that it may have a straight-line migration part. S of drawing 8 is the partial enlarged drawing of a belt-like slit. The light emitted from the light source passes a lens 7, and is irradiated by the belt-like slit 16 as a collimator light. It counters with the light source and the electric eye 16 is arranged on both sides of the belt-like slit 16 in between. And the light which is irradiating the belt-like slit 16 detects being shaded by migration of the belt-like slit 15 by the electric eye 17, and uses the detection result for detection of angle of rotation of a non-measuring object. Thus, detection of angle of rotation of a device under test can be performed as a rotary encoder by the same principle as usual. In addition, this invention is widely applicable to rotating-drum control of not only the above-mentioned example but the precision measuring equipment which makes rotation rectilinear motion partially and carries out the detection same in false as a linear encoder and a copying machine, a scanner, etc.

[0027]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, by the detection section, stable high detection of detection precision can be performed like a linear encoder by making rotation into rectilinear motion partially.

[0028] According to invention according to claim 2, high resolution measurement and stable detection can be performed with constituting a diffraction mold rotary encoder using a belt-like diffraction grating.

[0029] According to invention according to claim 3, the flexibility of a belt-like diffraction grating can be used and the diffraction grating for immobilization can be omitted because the light from the light source has a multiple-times experience of the belt-like diffraction grating. Moreover, resolution can be raised by detecting in the part by considering as the configuration which a belt-like diffraction grating moves to an opposite direction mutually.

[0030] According to invention according to claim 4, creation of a belt-like diffraction grating can be performed by the same approach as the time of creating the diffraction grating on a straight line using a supple ingredient.

[0031] According to invention according to claim 5, a magnetic rotary encoder can be made from using a belt-like scale as a magnetic scale.

[0032] According to invention according to claim 6, as compared with the conventional disk slit, the rotary encoder excellent in the manufacture top and the field of precision can be made by using a belt-like scale as a belt-like slit.

[0033]

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the example of the rotary encoder of invention according to claim 1.

[Drawing 2] Drawing showing the example of the rotary encoder of invention according to claim 2.

[Drawing 3] Drawing showing the example of the reflective mold belt-like diffraction grating of this invention.

[Drawing 4] Drawing showing the example of the diffraction grating for reflective mold immobilization of this invention.

[Drawing 5] Drawing showing the example of invention according to claim 3.

[Drawing 6] Drawing showing the production process of the belt-like diffraction grating of invention according to claim 4.

[Drawing 7] Drawing showing the example of invention according to claim 5.

[Drawing 8] Drawing showing the example of invention according to claim 6.

[0034]

[Description of Notations]

- 1 Rotating Drum
- 2 Revolving Shaft
- 3 Belt-like Scale
- 4 Detecting Element
- 5 Diffraction Grating for Immobilization
- 6 Laser Light Source
- 7 Lens
- 8 Detector
- 9 Beam Splitter
- 10 Reflective Mold Belt-like Diffraction Grating
- 11 Diffraction Grating for Reflective Mold Immobilization
- 12 Transparency Mold Belt-like Diffraction Grating
- 13 Surface Relief
- 14 Belt-like MAG Scale
- 15 Magnetic Head
- 16 Belt-like Slit
- 17 Electric Eye

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

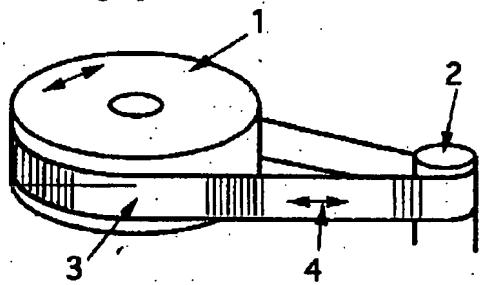
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

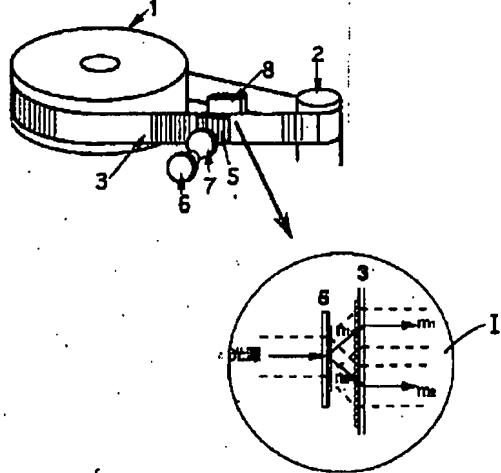
DRAWINGS

---

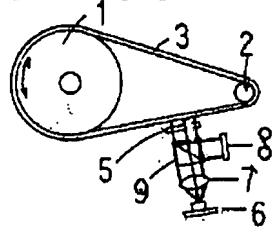
[Drawing 1]



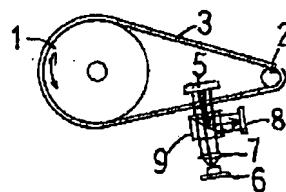
[Drawing 2]



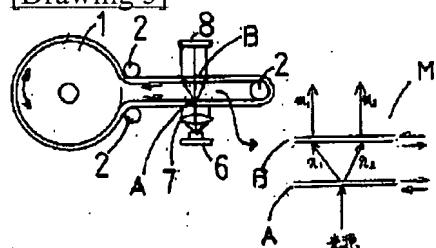
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]

レリーフ型

回折格子

樹脂塗付

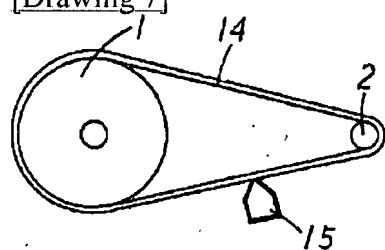
(熱、紫外線)

硬化

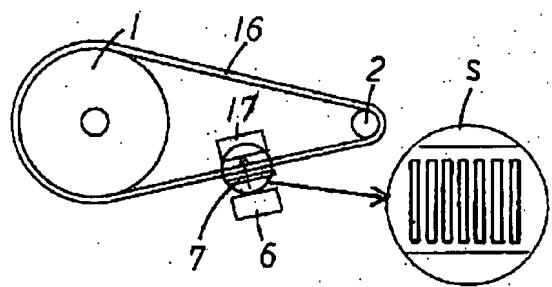
剥離

ベルト化

[Drawing 7]



[Drawing 8]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-243870

(13)公開日 平成7年(1995)9月19日

(51)Int.Cl.

試験記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 01 D 5/38

A

G 01 B 11/26

G

G 01 D 5/34

G 01 D 5/34

D

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全6頁)

(21)出版番号

特願平6-37413

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(22)出願日 平成6年(1994)3月8日

(72)発明者 工藤 宏一

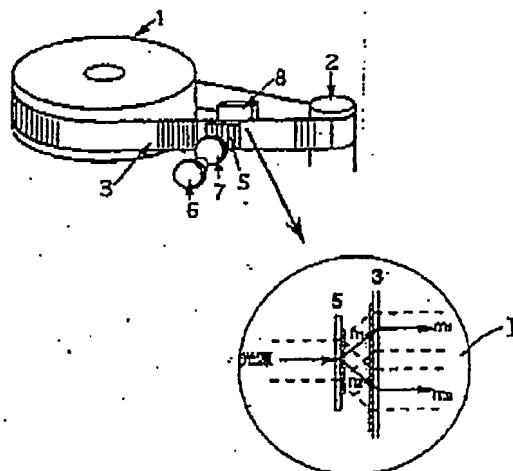
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(54)【発明の名稱】 ロータリーエンコーダ

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 回転運動を部分的に直線運動にして、類似的に、リニアエンコーダと同様の検出をするロータリーエンコーダを提供する。

【構成】 回転ドラム1が非測定物の回転に伴い回転し、回転ドラム1と自由に回転する回転軸2の間に、柔軟性のあるベルト状スケール3を直線移動する部分ができるように巻きつけ、この回転ドラム1の回転によりベルト状スケール3が移動することを検出して、非測定物の回転角度の検知を行う。ベルト状スケール3は透過型回折格子とする。光波5、レンズ7と検出器8は、ベルト状スケール3を間にして対向的に配置されている。ベルト状スケール3には固定用回折格子5が配設されており、固定用回折格子5に入射するコリメート光を回折する。



(2)

特開平7-243870

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非測定物の回転に伴い回転する回転ドラムと、当該回転ドラム軸に略平行に配置された白山に回転する回転軸と、前記回転ドラムと前記回転軸の間に直線移動部分を有する上う巻きつけた柔軟性のあるベルト状スケールと、前記回転ドラムの回転により前記ベルト状スケールが移動することを検出する検出手段とからなることを特徴とするロータリーエンコーダ。

【請求項2】 ベルト状スケールとしてのベルト状回折格子と、光源と、固定用回折格子を有し、前記光源からの光を前記固定用回折格子と前記ベルト状回折格子を経験させることにより発生した2つ以上の回折光を干渉させて干渉縞を生成し、回転ドラムの回転に従い移動する前記干渉縞を非測定物の回転角度の検知に用いることを特徴とする請求項1記載のロータリーエンコーダ。

【請求項3】 ベルト状スケールとしてのベルト状回折格子と、光源を有し、前記光源からの光を前記ベルト状回折格子を複数回通過させることにより発生した2つ以上の回折光を干渉させて干渉縞を生成し、回転ドラムの回転に従い移動する前記干渉縞を非測定物の回転角度の検知に用いることを特徴とする請求項1記載のロータリーエンコーダ。

【請求項4】 ベルト状回折格子の製造方法において、平面上に作成された回折格子上に熱あるいは紫外線硬化樹脂を塗布する工程と、当該樹脂を硬化させる工程と、硬化された樹脂を剥離する工程と、剥離した樹脂の両端を接着しベルト状にする工程とからなることを特徴とするベルト状回折格子の製造方法。

【請求項5】 ベルト状磁気スケールと磁気ヘッドを有し、前記ベルト状磁気スケールが回転ドラムの回転に従い移動することを前記磁気ヘッドで検知することにより非測定物の回転角度を検知することを特徴とする請求項1記載のロータリーエンコーダ。

【請求項6】 ベルト状スリットと光敏を有し、前記光源からの光が前記ベルト状スリットが移動することにより遮光されることを受光器により検知し、当該検知結果を非測定物の回転角度の検知に用いることを特徴とする請求項1記載のロータリーエンコーダ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ロータリーエンコーダーに關し、特に回転角度等を高精度に測定するロータリーエンコーダーに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のロータリーエンコーダーは、その主要部分が光板、円板スケール、インデックススケール、受光素子等により構成されており、光源からの光は円板スケールに照射される。円板スケールには放射状のスリットが形成されており、インデックススケールと開口部があつたとき照射された光は受光素子により検知され

る。円板スケールが回転すると、円板スケール内のスリットが1ピッチ移動するごとに、受光素子から1周期の正弦波信号が得られる。この方式のロータリーエンコーダでは、円板スケールの格子ピッチにより分解能が決まつてしまつ。また、円板スケールの放射状格子は、一般的に、作製が困難であり、精度、分解能にも限界がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このようなロータリーエンコーダは、回転角を検出する円板スケール格子が、扇型形状になつており、作製が困難であるため、同方式のリニアエンコーダと比較し、不安定で高精度測定が困難である。本発明は、回転運動を部分的に直線運動にして、疑似的に、リニアエンコーダと同様の検出をするロータリーエンコーダを提供することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明では、非測定物の回転に伴い回転する回転ドラムと、自由に回転する回転軸の間に、柔軟性のあるベルト状スケールを直線移動する部分ができるよう巻きつけ、該回転ドラムの回転により該ベルト状スケールが移動することを検出する手段を有し、非測定物の回転角度の検知を行うこととした。

【0005】 請求項2の発明では、ベルト状スケールとしてのベルト状回折格子と、光源と、固定用回折格子を有し、該光源からの光を該固定用回折格子と該ベルト状回折格子を経験させることにより発生させた2つ以上の回折光を干渉させ、生じた干渉縞が回転ドラムの回転に従い移動することを非測定物の回転角度の検知に用いることとした。

【0006】 請求項3の発明では、ベルト状スケールとしてのベルト状回折格子と、光源を有し、該光源からの光を該ベルト状回折格子を複数回通過させることにより発生させた2つ以上の回折光を干渉させ、生じた干渉縞が回転ドラムの回転に従い移動することを非測定物の回転角度の検知に用いることにした。

## 【0007】

【請求項4】 請求項4の発明では、ベルト状回折格子の製造方法において、平面上に作成された回折格子上に熱あるいは紫外線硬化樹脂を塗布し硬化させる工程と、該硬化剝離した樹脂の両端を接着しベルト状にする工程とからなることにした。

## 【0008】

【請求項5】 請求項5の発明では、ベルト状磁気スケールと磁気ヘッドを有し、該ベルト状磁気スケールが回転ドラムの回転に従い移動することを磁気ヘッドで検知することにより非測定物の回転角度を検知することとした。

## 【0009】

【請求項6】 請求項6の発明では、ベルト状スリット

(3)

特開平7-243870

3

と光源を有し、該光源からの光が該ベルト状スリットが移動することにより遮光されることを受光器により検知し、非測定物の回転角度の検知に用いることにした。

【0010】

【作用】請求項1記載の発明によれば、非測定物の回転に伴い回転する回転ドラムと、自由に回転する回転軸の間に、柔軟性のあるベルト状スケールを直線移動する部分ができるよう巻きつけ、回転ドラムの回転によりベルト状スケールが移動し、それを検出することにより非測定物の回転角度を検知する。

【0011】請求項2記載の発明によれば、ベルト状スケールとしてのベルト状回折格子と、光源と、固定用回折格子を有し、光源からの光を固定用回折格子とベルト状回折格子を経験させることにより発生させた2つ以上の回折光を干渉させて干渉縞を作り、回転ドラムの回転に従い移動する干渉縞を利用して非測定物の回転角度を検知する。

【0012】請求項3記載の発明によれば、ベルト状スケールとしてのベルト状回折格子と、光源を有し、光源からの光をベルト状回折格子を複数回通過させることにより発生させた2つ以上の回折光を干渉させて干渉縞を作り、回転ドラムの回転に従い移動する干渉縞を利用して非測定物の回転角度を検知する。

【0013】請求項4記載の発明によれば、ベルト状回折格子の製造方法において、平面上に作成された回折格子上に熱あるいは紫外線硬化樹脂を塗布する工程と、樹脂を硬化させる工程と、硬化樹脂を剥離する工程と、剥離した樹脂の両端を接着しベルト状にする工程とによりベルト状回折格子を製造する。

【0014】請求項5記載の発明によれば、ベルト状磁気スケールと磁気ヘッドを有し、ベルト状磁気スケールが回転ドラムの回転に従い移動することを磁気ヘッドで検知して非測定物の回転角度を検知する。

【0015】請求項6記載の発明によれば、ベルト状スリットと光源を有し、光源からの光がベルト状スリットが移動することにより遮光されることを受光器により検知し、それを用いて非測定物の回転角度を検知する。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。本発明は、回転運動を部分的に直線運動にし疑似的にリニアエンコーダと同様の検出ができるようにしたものである。請求項1記載の発明を図1の実施例に基づいて説明する。先ず、ベルト状スケールの移動機構について説明する。回転ドラム1と回転軸2にベルト状スケール3がかけ渡されており、回転ドラム1の回転によりベルト状スケール3が移動する。回転ドラム1は、回転角を測定しようとする被測定物と直結、又は連動して回転する。回転軸2は、ベルト状スケール3と回転ドラム1との張力を調整し、検出部分4を直線状にする。尚、回転軸は滑り軸でもよい。ベルト状スケール3は、柔軟性のある

4

材料で、且つ、引っ張り強さに強い材料を用いる。また、ベルト状スケール3は、回転ドラム1と滑りがないような材質、又は、構造、にする。非測定物の回転に伴い回転ドラム1が回転すると、それに逆れてベルト状スケール3が移動する。このベルト状スケール3の移動量を検知することにより、回転角度が検出できる。

【0017】このように請求項1記載の発明においては、回転ドラム1が非測定物の回転に伴い回転し、回転ドラム1と自由に回転する回転軸2の間に、柔軟性のあるベルト状スケールを直線移動する部分ができるように

巻きつけ、この回転ドラム1の回転によりベルト状スケール3が移動することを検出して、非測定物の回転角度の検知を行う。検出精度は、回転ドラム1の真円度とベルト状スケール3のスケール精度で決まる。検出手段は、図1では特に図示しないが、従来からあるリニアエンコーダの検出手段を使用すればよく、そのため、請求項1記載の発明においては誤差の少ない検出が可能である。また、ベルト状スケール3は、スケールのピッチむらが少なければよく、円板スケールと比較し、作製上、精度の面で有利である。

【0018】請求項2記載の発明を図2の実施例に基づいて説明する。本発明においては、ベルト状スケール3は透過型回折格子とする。この実施例ではベルト状スケール3を透過型回折格子としているが、反射型回折格子としてもよく、周囲の構成を反射型に適する構成に変更すれば透過型と同様に検出できるようになることは勿論のことである。ここで、説明を簡単にするために、固定用回折格子5とベルト状回折格子のピッチは同じものとする。光源6、レンズ7と検出器8は、ベルト状スケール3を間にて対向的に配置されている。ベルト状スケール3には固定用回折格子5が配設されており、固定用回折格子5に入射するコリメート光を回折する。

【0019】次に、干渉縞の発生機構について説明する。光源6から放射されたレーザー光は、レンズ7を経てコリメート光となり固定用回折格子5に入射する。前記固定用回折格子5に入射したコリメート光は、少なくとも、n1次とn2次の回折光を発生する。これらの回折光はベルト状回折格子の直線部分に入射し、n1次回折光はn1次回折光を、n2次回折光はn2次回折光を発生させる。これら2つの回折光を干渉させることにより干渉縞を発生させる。即ち、固定用回折格子5のn1次回折光であってベルト状回折格子のn1次回折光と、固定用回折格子5のn2次回折光であってベルト状回折格子のn2次回折光とを干渉させるのである。

【0020】干渉縞の発生は、次のように行えばよい。例えば、固定用回折格子5とベルト状回折格子の格子ピッチをわずかに変えて回折角を変化させ、回折光同士を干渉させれば、容易に干渉縞を発生させることができ。尚、干渉縞を発生させる方法はこの方法に限らず、本発明の趣旨を満たすものであれば、他の干渉縞発生方

(4)

特開平7-243870

5

法であってもよい。図2の1は、干渉端の発生機構を表した部分拡大図である。ベルト状回折格子の移動、即ち、回転ドラム1が回転するに従い干渉端は移動するため、これを検出することにより回転角が検出できる。干渉端の検出は干渉端のピッチよりも小さい受光器で受光することによっても可能であるが、本発明の趣旨を満たすものであれば他の検出方法であってもよい。

【0021】図2の実施例ではベルト状回折格子及び固定用回折格子を透過型構造としたものを説明したが、図3、図4に示すように反射型構造のものでもよい。図3は、ベルト状回折格子を反射型とした場合、図4は、固定用回折格子を反射型とした場合をそれぞれ示している。図3では光源6から順に、レンズ7、ビームスプリッタ9、固定用回折格子(透過型)5と配設されており、固定用回折格子(透過型)5を通過した光が反射型ベルト状回折格子に照射される。また、ビームスプリッタ9で反射された干渉端を検出器8で検出する。図3の実施例では、固定用回折格子(透過型)5で回折された光と反射型ベルト状回折格子で回折された光が干渉し、生じた干渉端が回転ドラムの回転に従い移動すること検知して非測定物の回転角度を検知する。

【0022】図4では光源6から順に、レンズ7、ビームスプリッタ9、透過型ベルト状回折格子、反射型固定用回折格子と配設されており、ビームスプリッタ9で反射された干渉端を検出器8で検出する。図4の実施例では、透過型ベルト状回折格子で回折された光と反射型固定用回折格子で回折された光が干渉し、生じた干渉端が回転ドラムの回転に従い移動すること検知して非測定物の回転角度を検知する。

【0023】請求項3記載の発明を図5の実施例に基づいて説明する。請求項3記載の発明の要点は請求項2記載の発明等と異なり、固定用回折格子を用いていないことである。光源6から放射された光は、レンズ7を経てベルト状回折格子12を2回経由し射出する。本請求項3記載の発明においては、固定用回折格子の代わりに回折格子として、ベルト状回折格子の他の部分を使うことである。干渉端の発生は、図2の実施例と同様に、ベルト状回折格子A部分のn1次回折光であってベルト状回折格子B部分のm1次回折光と、ベルト状回折格子A部分のn2次回折光であってベルト状回折格子B部分のm2次回折光とを干渉させる。図5のMは、この干渉の様子を示す部分拡大図である。このとき発生する干渉端は、互いに反対方向に移動するベルト状回折格子を経験する光を用いるために、固定用回折格子を用いたときの2倍の感度で変化する。即ち、2倍の分解能を得ることができる。

【0024】次に、請求項4記載の発明を図6の実施例に基づいて説明する。図6は、ベルト状回折格子の製造方法の製造工程を示しており、樹脂塗布工程、樹脂硬化工程、樹脂剥離工程、ベルト化工程の各工程からなる。

6

先ず、平面上に作製された回折格子を用意する。例えば、この回折格子はレリーフ型(凹凸のある)構造をしているものである。この回折格子に熱硬化樹脂、あるいは紫外線硬化樹脂を塗布する(2P樹脂等)。このとき硬化した後、柔軟性と引っ張り強さを持ち合わせるよう樹脂の厚さを調節する。また、ワイヤ、金属版等を同時に接着する方法もある。樹脂の硬化後、樹脂を剥離する。剥離した樹脂を所望の長さにし、ベルト状に両端を接着する。以上の工程を生とめると次のようになる。平面上に作成された回折格子上に熱あるいは紫外線硬化樹脂を塗布する工程と、樹脂を硬化させる工程と、硬化樹脂を剥離する工程と、剥離した樹脂の両端を接着しベルト状にする工程となる。この方法は、平面上に作製された回折格子を用いるため、ピッチの細かい高分解能な回折格子が作製できる。また、ベルト状回折格子は回折格子の内の長さや、1周での格子数は厳密でなくても良く、作製が容易である。

【0025】請求項5記載の発明を図7の実施例に基づいて説明する。請求項5記載の発明と請求項1記載の発明との主な違いは、請求項5記載の発明においては、ベルト状スケールをベルト状磁気スケール14としている点である。ベルト状磁気スケールとしたことに対応して、検出手段も磁気ヘッド15になっている。本発明においても、請求項1記載の発明と同様に、非測定物の回転に伴い回転する回転ドラム1と、自由に回転する回転軸2に対して、柔軟性のあるベルト状磁気スケールを回転ドラム1と自由に回転する回転軸2間に、直線移動部分を有するよう巻きつけている。そして、ベルト状磁気スケール15の移動を磁気ヘッドにより検出することによって非測定物の回転角度を検出している。

【0026】請求項6記載の発明を図8に基づいて説明する。請求項6記載の発明と請求項1記載の発明との主な違いは、請求項6記載の発明においてはベルト状スケールをベルト状スリット16としている点である。本発明においても、請求項1記載の発明と同様に、非測定物の回転に伴い回転する回転ドラム1と、自由に回転する回転軸2に対して、柔軟性のあるベルト状スリットを、回転ドラム1と自由に回転する回転軸2間に、直線移動部分を有するよう巻きつけている。図8のSはベルト状スリットの部分拡大図である。光源から放射された光はレンズ7を通過しコリメーター光としてベルト状スリット16に照射される。光源と対向して、間に、ベルト状スリット16を挟んで受光器16が配置されている。そして、ベルト状スリット16に照射している光が、ベルト状スリット15の移動により遮光されるのを受光器17で検知し、その検知結果を非測定物の回転角度の検知に用いている。このようにして、従来と同様の原理で、ローラクリエンニーダーとして非測定物の回転角度の検知ができる。尚、本発明は上記の例に限らず、回転運動を部分的に直線運動にし、疑似的にリニアエンコーダーと向

(5)

特開平7-243870

7

様の検出をする精密測定装置、複写機の回転ドラム制御、スキャナー等に対して広く適用することができる。

【0027】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、部分的に回転運動を直線運動とすることにより、検出部分ではリニアエンコーダと同様に、検出精度の高い安定した検出を行うことができる。

【0028】請求項2記載の発明によれば、ベルト状回折格子を用いて回折型ロータリーエンコーダを構成することで高分解能な測定と安定した検出を行うことができる。

【0029】請求項3記載の発明によれば、ベルト状回折格子の柔軟性を利用して、光源からの光がベルト状回折格子を複数回経験させることで、固定用回折格子を省略することができる。また、ベルト状回折格子が互いに反対方向に移動する構成とすることにより、その部分で検出を行うことで分解能を向上させることができる。

【0030】請求項4記載の発明によれば、柔軟性のある材料を用いて直線上の回折格子を作成するときと同様の方法によってベルト状回折格子の作成ができる。

【0031】請求項5記載の発明によれば、ベルト状スケールを磁気スケールとすることによって磁気ロータリーエンコーダを作ることができる。

【0032】請求項6記載の発明によれば、ベルト状スケールをベルト状スリットとすることにより従来の円板スリットと比較し、製作上、及び精度の面で優れたロータリーエンコーダを作ることができる。

【0033】

【図面の簡単な説明】  
【図1】請求項1記載の発明のロータリーエンコーダの実施例を示す図。

10

【図2】請求項2記載の発明のロータリーエンコーダの実施例を示す図。

【図3】本発明の反射型ベルト状回折格子の実施例を示す図。

【図4】本発明の反射型固定用回折格子の実施例を示す図。

【図5】請求項3記載の発明の実施例を示す図。

【図6】請求項4記載の発明のベルト状回折格子の製造工程を示す図。

【図7】請求項5記載の発明の実施例を示す図。

【図8】請求項6記載の発明の実施例を示す図。

【0034】

【符号の説明】

1 回転ドラム

2 回転軸

3 ベルト状スケール

4 検出部

5 固定用回折格子

6 レーザー光源

7 レンズ

8 検出器

9 ピームスプリッター

10 反射型ベルト状回折格子

11 反射型固定用回折格子

12 透過型ベルト状回折格子

13 表面レリーフ

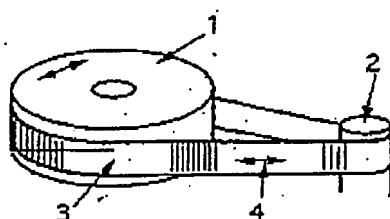
14 ベルト状磁気スケール

15 磁気ヘッド

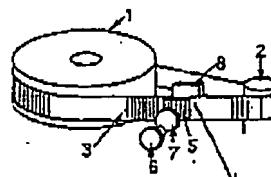
16 ベルト状スリット

17 受光器

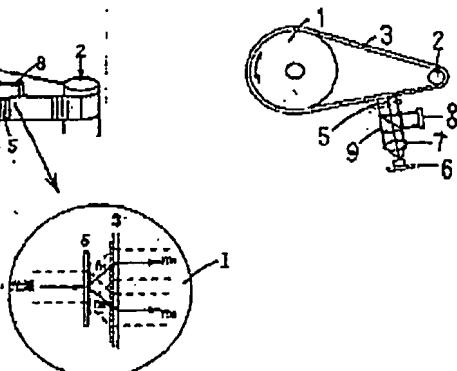
【図1】



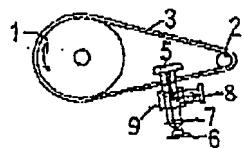
【図2】



【図3】



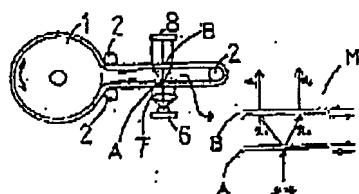
【図4】



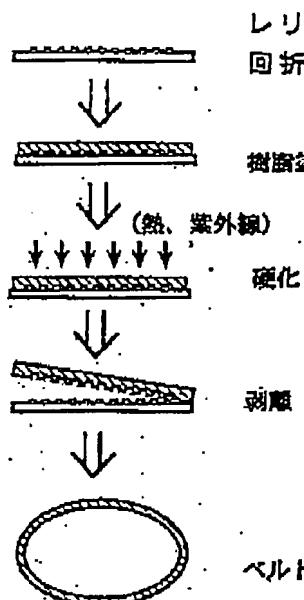
(6)

特開平7-243870

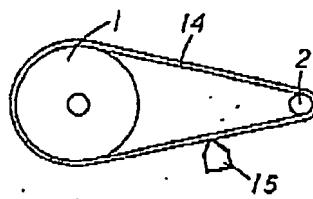
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

